Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

B.T.S Métiers de l'eau
Session 2003

EXERCICE I : Les ions chlorure dans l'eau (8 points).

Les trois questions sont indépendantes

Les réactions de précipitation permettent de récupérer et d'éliminer certains ions métalliques dissous ; elles sont aussi mises en œuvre dans des dosages volumétriques. La présence d'agents complexants perturbe parfois la précipitation de ces ions en provoquant leur redissolution.

Données à 25 °C, température des expériences :
Produit de solubilité K_s :

AgCl précipité blanc qui noircit à la lumière : $K_{s1} = K_{s\,(AgCl)} = 1{,}60 \times 10^{-10}$

Ag_2CrO_4 précipité rouge : $K_{s2} = K_{s(Ag_2CrO_4)} = 1{,}70 \times 10^{-12}$

Constante de formation du complexe diammine argent(I) : $K_{f\,[Ag(NH_3)_2]^+} = 10^{7,2}$
Masse molaire en $g.mol^{-1}$:

Espèce	$AgNO_3$	K_2CrO_4	Cl
Masse molaire en $g.mol^{-1}$	169,8	194,2	35,5

1. Solubilité.

1.1. Calculer les solubilités s du chlorure d'argent et s_1 du chromate d'argent dans l'eau pure, l'exprimer en $mol.L^{-1}$.

1.2. On ajoute des ions chlorure à une solution saturée de chlorure d'argent, quel est, qualitativement, l'effet de cette addition sur la solubilité du chlorure d'argent ? Justifier votre réponse.

1.3. On ajoute une quantité $n = 5{,}00 \times 10^{-2}$ mol de chlorure de sodium solide à un litre de solution saturée de chlorure d'argent (on négligera la variation de volume). Déterminer la nouvelle solubilité s' du chlorure d'argent et exprimer sa valeur en $mol.L^{-1}$.

2. Dosage des ions chlorure dans l'eau.

Pour qu'une eau soit propre à la consommation elle doit répondre à un certain nombre de normes. Parmi celles ci figure le taux d'ions chlorure maximal qui ne doit pas être dépassé.
Pour vérifier si le taux d'ions chlorure contenus dans une eau ne dépasse pas le taux maximal fixé à 200 $mg.L^{-1}$, on met en œuvre le dosage suivant (protocole AFNOR, Norme NF T 90-014)

Mode opératoire
On prend une prise d'essai de volume V = 100 mL d'eau à doser auquel on ajoute un volume $v = 1,00$ *mL d'une solution S de chromate de potassium à la concentration massique* $c_m = 50,0\ g.L^{-1}$.
On verse dans le mélange précédent, une solution S_1 *de nitrate d'argent obtenue par dissolution d'une masse* $m_1 = 4,79$ *g de nitrate d'argent dans de l'eau, le volume de la solution étant complété à un litre. On observe dès la première goutte versée, l'apparition d'un précipité blanc.*
L'équivalence est mise en évidence par le passage de la teinte jaune à une très faible teinte brunâtre due à la précipitation du chromate d'argent. L'équivalence est obtenue après addition d'un volume de solution S_1 *égal à* $v_{1E} =$ ***8,50 mL.***

2.1. A propos des solutions utilisées dans le dosage.

2.1.1. Solution S_1

a. Déterminer la quantité n_1 de nitrate d'argent utilisé pour préparer un litre de solution titrante S_1.

b. En déduire la concentration molaire (en $mol.L^{-1}$) des ions argent, Ag^+, dans cette solution.

2.1.2. Solution S

a. Déterminer la quantité n de chromate de potassium utilisé pour préparer un litre de solution S.

b. En déduire la concentration molaire (en $mol.L^{-1}$) des ions chromate, CrO_4^{2-} dans cette solution.

2.2. A propos des réactions de précipitation mises en jeu lors du dosage.

Écrire les équations des réactions de précipitation susceptibles d'avoir lieu lors de l'addition de la solution S_1 de nitrate d'argent.

2.2.1. Avec les ions chlorure.

2.2.2. Avec les ions chromate.

2.3. Taux d'ions chlorure dans l'eau analysée.

2.3.1. En supposant que la réaction de précipitation des ions argent avec les ions chlorure est totale, calculer la concentration molaire (en $mol.L^{-1}$) des ions chlorure dans l'eau analysée.

2.3.2. Le résultat s'exprime en milliéquivalents d'ions chlorure par litre : 1 milliéquivalent par litre est égal à 35,5 mg par litre d'ions chlorure.

a. Montrer que la teneur T de cette eau en ions chlorure en milliéquivalent par litre peut se mettre sous la forme : $T = v_{1E} \times 0,282$ (v_{1E} étant exprimé en mL)

b. Calculer la valeur de la teneur T de cette eau en ions chlorure et en déduire si le taux maximal fixé est dépassé.

3. Influence de la complexation sur la précipitation.

En présence d'ammoniac les ions argent forment le complexe diammineargent I, $[Ag(NH_3)_2]^+$.

3.1. Ecrire l'équation de la réaction de formation du complexe et donner l'expression de sa constante de formation.

3.2. Quelle est l'influence de l'addition, sans variation de volume, d'ammoniac gazeux sur la solubilité du chlorure d'argent ? Justifier votre réponse.

EXERCICE II : L'acide benzoïque (7 points).

1.Thermodynamique.

L'acide benzoïque de formule C_6H_5COOH est utilisé comme agent conservateur (E 210) dans l'industrie alimentaire. A 25°C, sous une pression de 1bar, cette espèce se trouve sous forme solide.

1.1. La combustion complète de l'acide benzoïque donne du dioxyde de carbone gazeux et de l'eau liquide. Écrire l'équation de cette réaction de combustion.

1.2. Écrire l'équation de la réaction de formation de l'acide benzoïque à partir des corps simples le constituant.

1.3. A l'aide des données ci-dessous, en déduire la valeur de l'enthalpie standard de formation de l'acide benzoïque.

Données à 25°C :

Enthalpies standard de formation :

- Dioxyde de carbone gazeux : $\Delta_f H_1^\circ = -393,5$ kJ.mol^{-1}
- Eau liquide : $\Delta_f H_2^\circ = -285,8$ kJ.mol^{-1}

Enthalpie standard de combustion de l'acide benzoïque $\Delta_{comb} H_3^\circ = -3218,6$ kJ.mol^{-1}

2.Chimie organique.

2.1. Représenter une formule de Lewis de l'acide benzoïque.

2.2. Synthèse du benzoate d'éthyle.

2.2.1. Ecrire l'équation de la réaction de synthèse du benzoate d'éthyle à partir de l'acide benzoïque et de l'éthanol.

2.2.2. Comment appelle-t-on cette réaction ? Quelles en sont les caractéristiques ?

2.3. On effectue la monochloration du benzoate d'éthyle en présence de chlorure d'aluminium, $AlCl_3$.

2.3.1. Écrire les formules développées des produits formés possibles.

2.3.2. En réalité le groupe $-COOC_2H_5$ oriente la substitution ultérieure en position méta, Écrire l'équation de la réaction de monosubstitution.

2.3.3. Quel est la nature de cette substitution ?

2.3.4. Quel est le rôle du chlorure d'aluminium ?

EXERCICE III : Caractéristiques d'une bobine (5 points)

Le montage utilisé pour étudier les caractéristiques de la bobine est décrit ci dessous et représenté sur la figure 1.
Un générateur de tension de force électromotrice constante E et de résistance interne négligeable alimente une bobine de résistance r et d'inductance L placée en série avec un conducteur ohmique de résistance R = 10 Ω. Un ordinateur, équipé d'un système d'acquisition, permet de réaliser des mesures pendant un intervalle de temps très bref. Les branchements sont identiques à ceux effectués avec un oscilloscope.

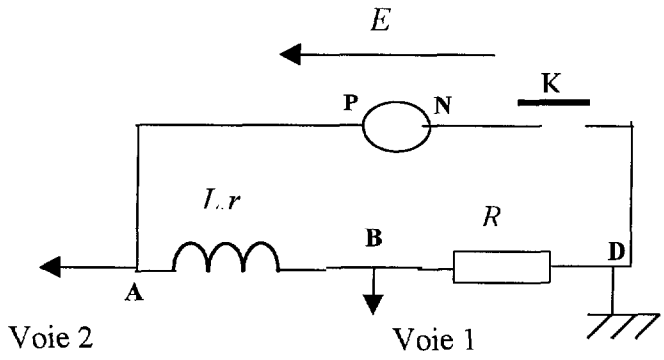


Figure 1

1. Quelles sont les grandeurs physiques mesurées sur les voies 1 et 2 ? Laquelle de ces deux grandeurs est proportionnelle à l'intensité du courant dans le circuit ?

2. La fermeture de l'interrupteur déclenche l'acquisition des mesures. La figure 2 représente l'écran de l'ordinateur à l'issue de l'acquisition.

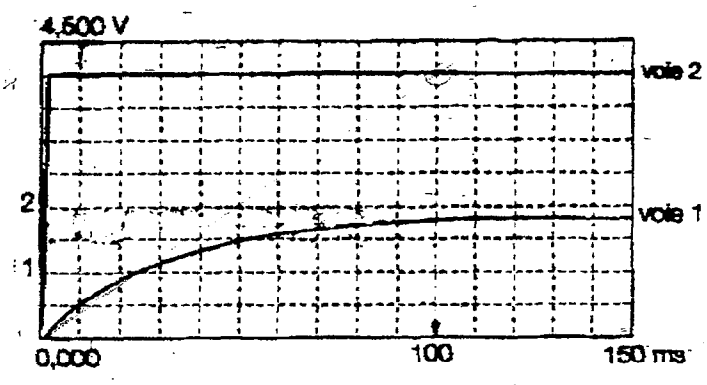


Figure 2

2.1. Expliquer qualitativement l'allure des deux courbes obtenues.

2.2. Quel est le nom du phénomène mis en évidence sur la voie 1 ?

2.3. A quelle date peut-on considérer que le régime permanent est atteint ?

3. On rappelle que la tension u_{AB} aux bornes de la bobine traversée par le courant i a pour expression : $u_{AB} = ri + L\frac{di}{dt}$.
Établir l'équation différentielle à laquelle obéit l'intensité i du courant.

4. Étude du régime transitoire.

4.1. A la fermeture de l'interrupteur que vaut l'intensité i du courant ?

4.2. En vous servant de l'équation différentielle établie à la question 3, en déduire l'expression $\frac{di}{dt}$ en fonction de E et L à la fermeture de l'interrupteur, date t = 0.
Le logiciel permet de tracer la tangente à la courbe 1 de la figure 2 à la date t = 0 et de déterminer son coefficient directeur $\rho = 57\ \text{V.s}^{-1}$.

4.3. Donner la relation entre le coefficient directeur ρ de la tangente à la courbe 1 et $\frac{di}{dt}$ à la date $t = 0$.

4.4. Déduire des questions **4.2.** et **4.3.** la valeur de l'inductance L de la bobine.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.